

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra Informatiky

**Modul pro automatické testování a
vyhodnocování simulací základních
elektrických obvodů**

**Module for Automatic Testing and
Evaluation Simulation of Basic Electric
Circuits**

2010

Lukáš Foltýn

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 7. května 2010

.....
Lukáš Foltýn

Abstrakt

Cílem práce je ověřit možnosti automatického testování elektrických obvodů. Základní myšlenkou je vytvoření aplikace, která bude umožňovat uživateli samostatné sestavení obvodu podle zadání a jeho následné automatické vyhodnocení. Nejdůležitější výhoda je v tom, že si student může sám testovat své znalosti. Pedagog do modulu vloží pouze zadání a vyhodnocování obvodu pak probíhá automaticky. Pro přístup k samotné aplikaci by mělo sloužit webové rozhraní, navíc by student neměl být omezen instalováním nestandardních programů. Přes webové rozhraní je také spouštěn applet s editorem obvodů, ve kterém probíhá simulace zapojení.

Klíčová slova:

Elektrické obvody, LMS systém, Java, Applet, XML, http, PHP, MySQL

Abstract

The goal is to verify the possibility of automatic testing of electrical circuits. The basic idea is to create an application that will allow the user to build a separate circuit according to the assignment and his subsequent automatic evaluation. The most important advantage is that the student can test their own knowledge. Teacher inserts only entry in the module and evaluation circuit then occurs automatically. To access the application itself should serve the web interface, students would also not be limited to installing some non-standard programs. Through the web interface is also running the applet with the editor of the district in which the simulation is involved.

Keywords:

Electrical circuits, LMS system, Java, Applet, XML, HTTP, PHP, MySQL

Obsah

1	Úvod.....	6
2	Elektrické obvody.....	7
2.1	Rezistor.....	7
2.2	Kondenzátor	8
2.3	Cívka -Tlumivka.....	9
2.4	Zdroj stejnosměrného napětí	9
2.5	Zdroj stejnosměrného proudu.....	10
2.7	Elektrický spoj.....	11
2.8	Uzel elektrických spojů.....	11
3	Modul pro realizaci obvodů.....	12
3.1	Režimy modulu	12
3.1.1	Učitel'ský režim.....	12
3.1.2	Studentský režim	14
3.1.3	Náhledový režim	15
3.2	Sestavování elektrických obvodů.....	16
3.3	Editace elektrických prvků	19
3.4	Simulátor vytvořených obvodů	20
4	Webové rozhraní.....	23
4.1	Přihlášení.....	23
4.2	Úvodní strana	23
4.3	Učitel'ský režim webového rozhraní.....	24
4.4	Studentský režim webového rozhraní	25
4.5	Inicializace appletu.....	26
5	Databáze.....	27
5.1	Struktura databáze	27
5.2	Ukládání dat do databáze	27
5.3	Načítání dat z databáze.....	28
6	XML Dokument.....	30
6.1	Základní stavba dokumentu.....	30
6.2	Popis elementů dokumentu	30

7	Hardwarové a softwarové nároky.....	33
7.1	Hardwarové nároky	33
7.2	Softwarové nároky	33
8	Závěr.....	34
	Literatura.....	35
	Příloha	36
I.	Ukázka řešení obvodu za použití simulátoru.....	36
II.	CD – ROM	39

1 Úvod

Velkou pomoc při výuce studentů nabízejí v dnešní době různé Learning Management Systémy (LMS), jejichž účelem je poskytnout uživatelům možnost elektronického vzdělávání. Tato práce je zaměřena na využití systému, který pracuje se základními elektrickými obvody a jejich vyhodnocováním. Aplikace je použitelná pro výuku zaměřenou na tvorbu a pochopení základních elektrických obvodů, chování jednotlivých prvků v obvodu a simulaci zapojení. Pedagog či student je schopen obvod vytvořit ze seznamu prvků, těmto prvkům nastavovat jejich elektrické vlastnosti. Hlavní výhodou vytvořeného editoru je schopnost simulovat činnost vytvořeného obvodu v ustáleném stavu. Pomocí této funkce je student schopen lépe pochopit probíranou látku o elektrických obvodech a navíc si může bez zásahu jiné osoby ověřovat své znalosti.

Bakalářská práce je rozdělena do několika částí tvořící ucelené okruhy. V první kapitole jsou specifikovány funkce a dovednosti systému. Následující kapitola stručně popisuje jednotlivé typy elektrických obvodů a prvky používané v editoru. Třetí kapitola se věnuje modulu pro realizaci obvodů a jsou zde popsány jednotlivé přístupové režimy do aplikace, její vzhled a jednotlivé kroky potřebné k vytvoření obvodu a následného simulování. Ve čtvrté kapitole je popsáno webové rozhraní a samotný přístup k aplikaci. Další částí je popis databáze, důležitých atributů a realizace uložení a načtení potřebných dat. Šestá kapitola se věnuje popisu XML dokumentu. Poslední kapitola obsahuje zhodnocení výsledků práce, její použití a možnosti dalšího rozšíření.

2 Elektrické obvody

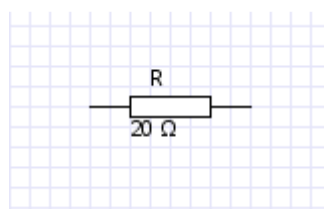
Každý elektrický obvod se skládá z pasivních a aktivních prvků. Prvek v obvodu má své hlavní a vedlejší vlastnosti. U rezistoru je jeho hlavním parametrem odpor, či u kondenzátoru je to jeho kapacita. Prvky lze rozdělit na ideální a skutečné. Ideálním prvkem je takový prvek, který má pouze takovou vlastnost pro níž se do obvodu zapojuje a je tedy zbaven svých parazitních vlastností. Například u ideální cívky pracujeme pouze s její indukčností anebo u zdroje stejnosměrného napětí pouze s napětím na svorkách zdroje a jeho vnitřní odpor je roven nule. U skutečného prvku pracujeme i s jeho parazitními vlastnostmi, což bývá většinou vnitřní odpor prvku.

V editoru se nachází paleta prvků, které jsou běžné k dispozici při sestavování základních elektrických obvodů. U všech také můžeme zvolit, zda-li prvek se bude chovat jako ideální nebo skutečný.

V následujících kapitolách se nachází podrobnější popis jednotlivých prvků a způsob, jakým byly jednotlivé prvky v appletu realizovány.

2.1 Rezistor

Rezistor neboli odpor je pasivní elektronickou součástí. Slouží k tomu, aby elektrickému proudu kladl odpor. Rezistorem lze měnit velikost elektrického proudu, případně na něm vzniká úbytek napětí. Schematická značka je na obrázku 1.



Obrázek 1. Rezistor

V aplikaci se pracuje s rezistorem s ideálními vlastnostmi. Reálný rezistor lze znázornit pomocí náhradního schématu součástek. V tomto schématu rezistor vykazuje svou sériovou indukčnost a paralelní kapacitu. Parazitní veličiny se zřetelně projevují až při vyšších frekvencích procházejícího proudu. Jelikož editor se střídavým obvodem nepracuje, jsou u rezistoru tyto veličiny zanedbány a proto má jediný parametr, tedy svůj odpor. Podle Ohmova zákona by se tedy proud protékající rezistorem s odporem R a přiloženým napětím U měl rovnat:

$$I = \frac{U}{R}$$

nebo napěťový úbytek vzniklý na rezistoru, kterým protéká proud I :

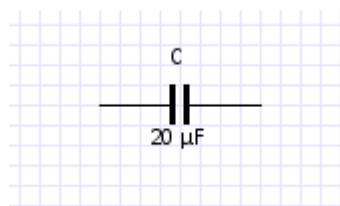
$$U = I \cdot R$$

Parametry rezistoru:

Rezistivita (odpor) - R [Ohm - Ω]

2.2 Kondenzátor

Kondenzátor je pasivní elektronická součástka. Ve stejnosměrném obvodu jeho kapacita nemá význam, protože se obvod v místě kondenzátoru chová jako rozpojený. Pracuje se s jeho vnitřním odporem, pokud jeho velikost není rovna nekonečnu. Schematická značka kondenzátoru je na obrázku 2.



Obrázek 2. Kondenzátor

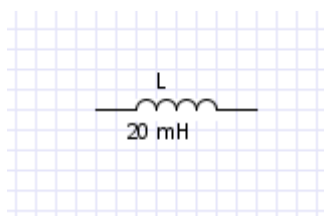
Editor pracuje jak s kondenzátorem ideálním, tak s reálným. Ideální kondenzátor má pouze jeden nastavitelný parametr a tím je jeho kapacita. Jeho vnitřní odpor se rovná nekonečnu a obvodem neprotéká žádný proud. V případě reálného kondenzátoru lze měnit i hodnotu jeho vnitřního odporu, která se pak podle náhradního schématu sériově řadí k ideálnímu kondenzátoru. U reálného kondenzátoru je v náhradním schématu sériově zakomponována tlumivka, která se však projeví ve vyšších frekvencích střídavého proudu a proto tato veličina v editoru je zanedbatelná.

Parametry kondenzátoru:

Kapacita - C [Farad - F], Vnitřní odpor - R [Ohm - Ω]

2.3 Cívka -Tlumivka

Editor pracuje s cívkou, která je zapojena do stejnosměrného obvodu pouze s jejím vnitřním odporem jak v případě kondenzátoru. Schematická značka cívky je na obrázku 3.



Obrázek 3. Cívka

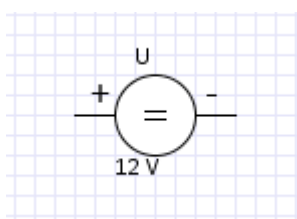
Opět si lze zvolit mezi ideální a reálnou cívkou. V ideálním případě má cívka pouze jediný nastavitelný parametr, svou indukci L . Její vnitřní odpor je roven nule, takže se chová jako obyčejný elektrický spoj, kterým prochází maximální proud. Reálná cívka má nastavitelný i parametr vnitřního odporu. Tento odpor se podle náhradního schéma cívky paralelně řadí k ideální cívce. Náhradní schéma obsahuje také paralelně zapojený kondenzátor. Jeho kapacita se projeví u vyšších frekvencí střídavého obvodu. Nynější aplikace se střídavými obvody nepracuje, proto je tato veličina zanedbána.

Parametry cívky:

Indukčnost - L [Henry - H], Vnitřní odpor - R [Ohm - Ω]

2.4 Zdroj stejnosměrného napětí

Elektrický zdroj stejnosměrného napětí je zařízení, které v ideálním případě dodává do obvodu stálou hodnotu napětí. Na obrázku 4 je schematická značka zdroje stejnosměrného napětí.



Obrázek 4. Zdroj stejnosměrného zdroje napětí

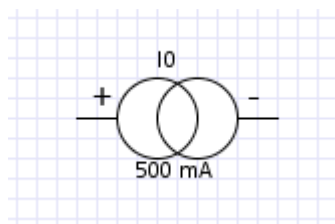
Ideální zdroj napětí má jedinou nastavitelnou elektrickou vlastnost a tím je jeho napětí na svorkách. Jeho vnitřní odpor se rovná nule a nedochází k úbytku napětí v obvodu. V případě reálného zdroje napětí lze nastavit hodnotu vnitřního odporu. Tento odpor se pak sériově řadí k ideálnímu zdroji napětí podle náhradního schéma zdroje napětí. Výsledkem je zdroj, který má na svých svorkách úbytek napětí, který je dán součinem protékajícího proudu s vnitřním odporem.

Parametry zdroje stejnosměrného napětí:

Napětí - U [Volt- V], Vnitřní odpor - R [Ohm - Ω]

2.5 Zdroj stejnosměrného proudu

Ideální zdroj proudu je aktivní elektrická součástka, která do obvodu dodává konstantní hodnotu proudu. Na obrázku 5 je schéma zdroje stejnosměrného proudu.



Obrázek 5. Zdroj stejnosměrného proudu

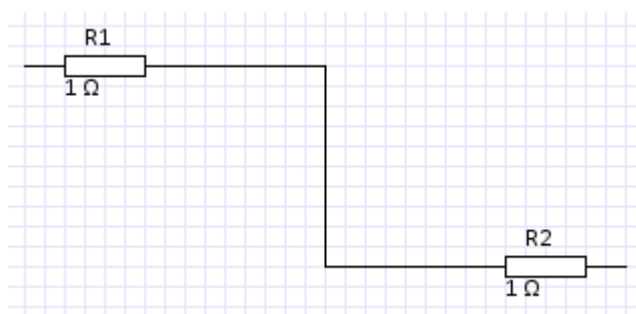
U reálného zdroje proudu lze nastavit dva parametry, hodnotu proudu na vstupních svorkách a vnitřní odpor zdroje. Tento odpor se pak dle náhradního schéma řadí paralelně k ideálnímu zdroji proudu. V případě zapojení ideálního zdroje proudu je nastavitelná pouze hodnota vyráběného proudu a vnitřní odpor je teoreticky nekonečný.

Parametry Zdroje stejnosměrného proudu:

Proud - I [Amper - A], Vnitřní odpor - R [Ohm - Ω]

2.7 Elektrický spoj

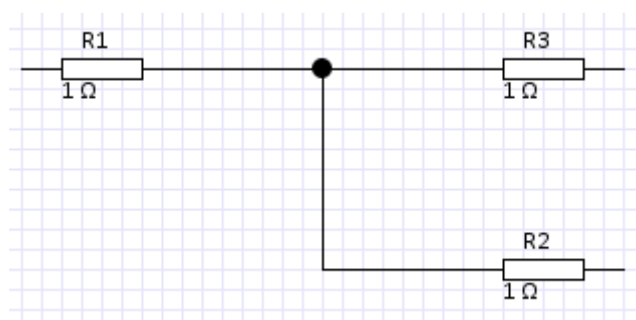
Elektrickým spojem se zajišťuje propojení mezi jednotlivými vývody prvků. Spoj je v editoru realizován jako ideální, bez jakéhokoliv parazitních parametrů v podobě odporu vedení. Ukázka použití spoje v editoru je na obrázku 7.



Obrázek 7. Realizace elektrického spoje

2.8 Uzel elektrických spojů

Uzel elektrických spojů slouží pro propojení tří prvků nebo jiných uzlů. Uzlem mohou protékat kombinace proudů o různých velikostech, avšak součet hodnot proudů vstupujících do uzlu se musí rovnat součtu hodnot proudů z uzlu vystupujících. Uzel je v editoru realizován jako ideální, bez parazitních parametrů. Na obrázku 8 je ukázka použití uzlu elektrických spojů.



Obrázek 8. Realizace uzlu elektrických spojů

3 Modul pro realizaci obvodů

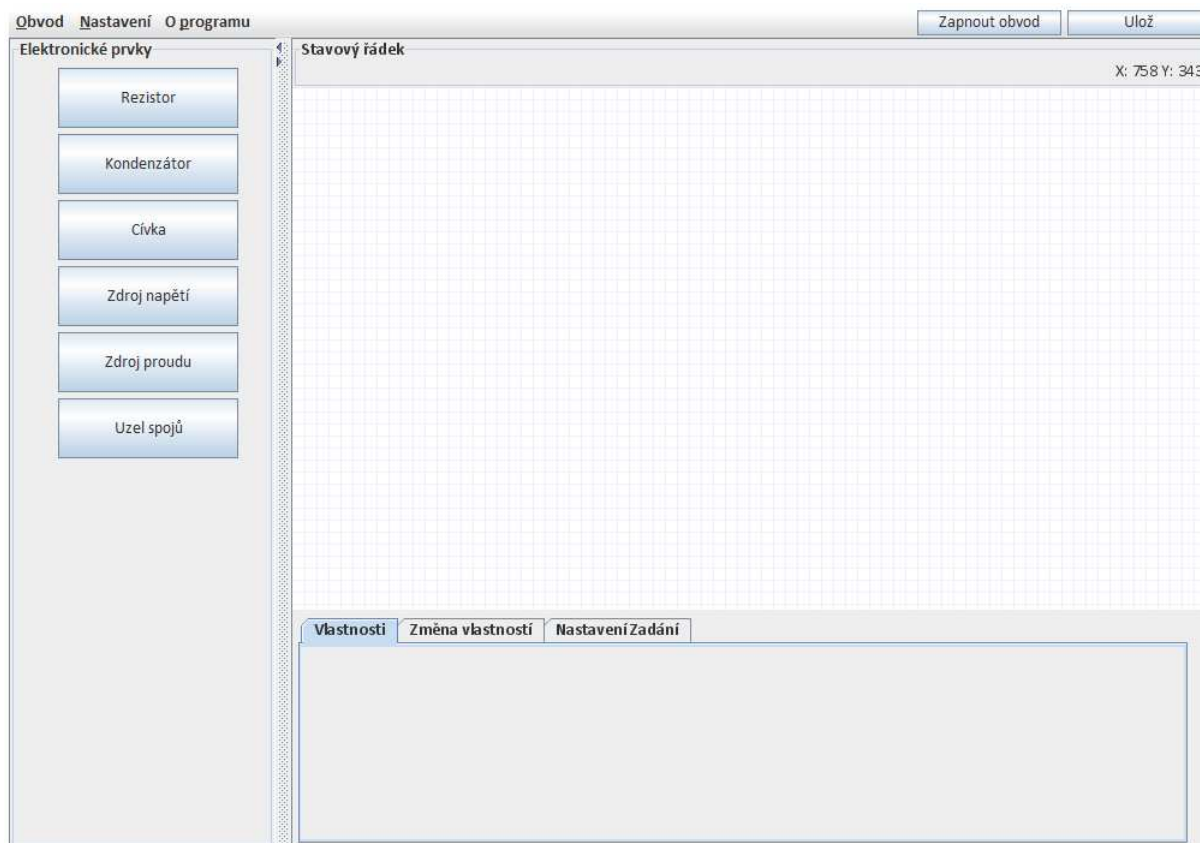
Modul je pouze praktická implementace pro tvorbu zapojení elektrických obvodů. Modul je vytvořen jako applet, který byl vyvíjen v programovacím jazyce *Java* ve vývojovém prostředí *NetBeans*. Pro snadnější kontrolu správnosti obvodu, byla vytvořena simulace „Zapnutí obvodu“. V této simulaci se obvod chová jakoby byl zapojen k reálnému zdroji a začne jím protékat proud. U jednotlivých prvků se zobrazí aktuální elektrické hodnoty. Tato simulace přináší velkou výhodu při sestavování obvodů i výuce. Při tvorbě appletu se také vyřešil problém rolí a to tak, že jiné funkce modulu jsou nabídnuty studentovi a jiné učiteli a jiné při pouhém náhledu. V následující kapitole je rozebráno, co který režim obnáší.

3.1 Režimy modulu

Modul používá tři typy režimů, Učitelský režim, Studentský režim a režim Náhledový. Mezi jednotlivými režimy se nelze za běhu appletu přepínat, proto při požadované změně na zvolený režim pomocí parametru se musí applet restartovat.

3.1.1 Učitelský režim

V tomto režimu se lze schopnosti aplikace maximálně využívat. Převážně je určen pro tvorbu předlohy elektrického obvodu jako zadání k testování, ale také pro tvorbu základních elektrických schémat, jejich následnou editaci a simulaci zapojení.



Obrázek 9. Editor v učitelském režimu

Učitelský applet je rozdělen na pět částí, kreslicí plátno ve středu, panel prvků na levé straně, horní panel a stavový panel nahoře a panelu nastavení a vlastností situovaný ve spodní části aplikace.

Na levé části aplikace se nachází panel Elektrických prvků, který obsahuje všechny možné prvky použitelné pro tvorbu obvodů. Tento panel je pouze přístupný v učitelském režimu a částečně v režimu studentském.

Ve střední části aplikace se nachází kreslicí plátno, které také zaujímá největší plochu appletu. Jednotlivé prvky se vykreslují pomocí výběru prvku v panelu s prvky a následným přetažením na kreslicí panel. Prvky, vykreslené na kreslicí ploše, jsou ukládány do seznamu prvků. Tento seznam obsahuje všechny potřebné informace o vytvořeném obvodu.

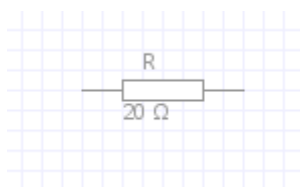
Další částí editoru je horní panel. V něm se nachází menu pro práci s vytvořeným obvodem, nastavení a informaci o programu. Na pravé straně tohoto panelu jsou situována dva tlačítka, jedno pro spuštění simulace zapojení obvodu a druhé pro uložení sestaveného obvodu do databáze.

Pod horním panelem se nachází menší panel stavového řádku. Do tohoto panelu jsou vypisovány informace o právě prováděných akcích. V pravé části se vypisuje aktuální pozice kurzoru na kreslicím plátně.

Poslední částí appletu je panel nastavení a vlastností, který se nachází v dolní části aplikace. V této sekci se nachází potřebné informace o jednotlivých objektech na kreslícím plátně, lze je zde také editovat, měnit nastavení pro použití aplikace v testovacím (studentském) režimu.

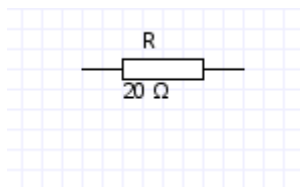
Prvky, vytvořené v tomto režimu, se mohou nacházet v jednom ze dvou stavů:

- *Hledaný* – prvek tohoto typu má význam pouze při tvorbě testovacího zadání. Student pak u takového prvku musí dosadit požadovanou hodnotu vlastnosti, na kterou se ptá zadání.



Obrázek 10. Hledaný prvek

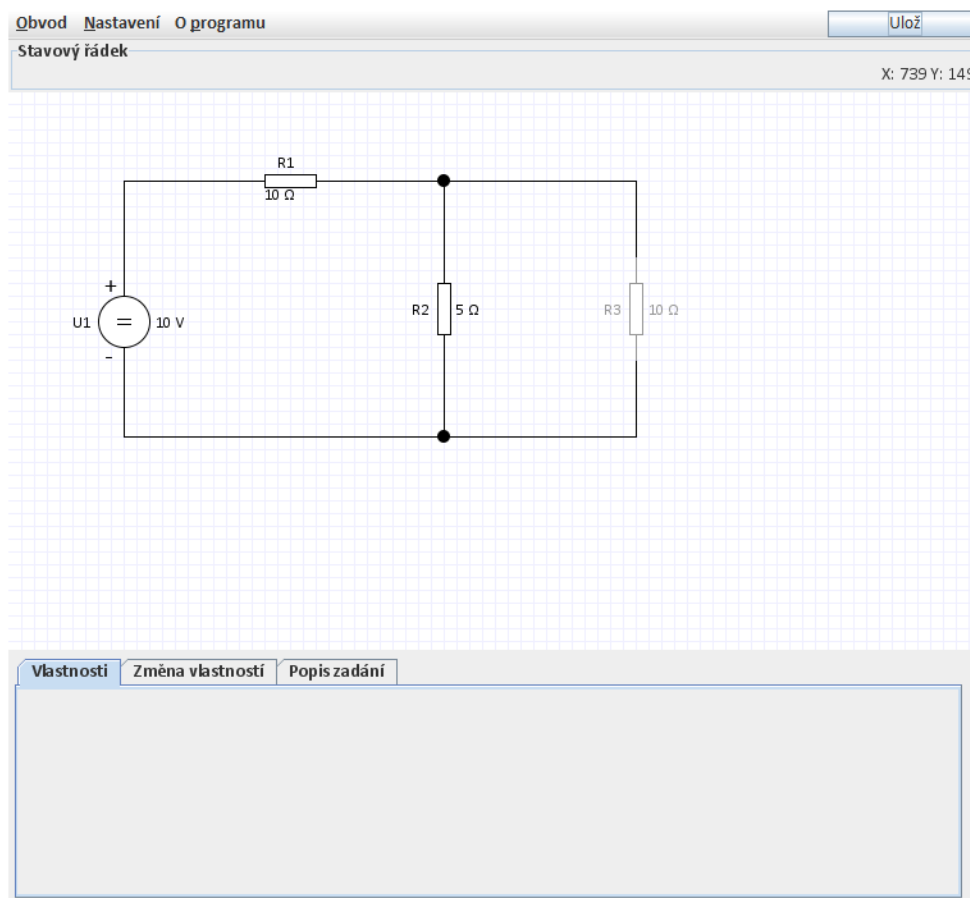
- *Známy* – základní vlastnost prvku vytvářeného v učitelském režimu. Jedná se o defaultní typ. V studentském režimu je takový prvek chápán jako neměnitelný.



Obrázek 11. Známy prvek

3.1.2 Studentský režim

Tento režim slouží studentům k vytváření jejich verze elektrických obvodů. Chybí zde některé funkce popsané v učitelském režimu. Závisí také na nastavení zadání, podle kterého se odvíjí, kolik funkcí bude mít student přístupných. V tomto typu režimu v průběhu testu si student nemůže editovat názvy prvků, pouze jejich hodnoty daných vlastností. Pro realizaci studentské verze obvodu při testu musí existovat odpovídající zadání v učitelském režimu, jelikož aplikace ve studentském režimu vyžaduje vstupní dokument při jejím spuštění.

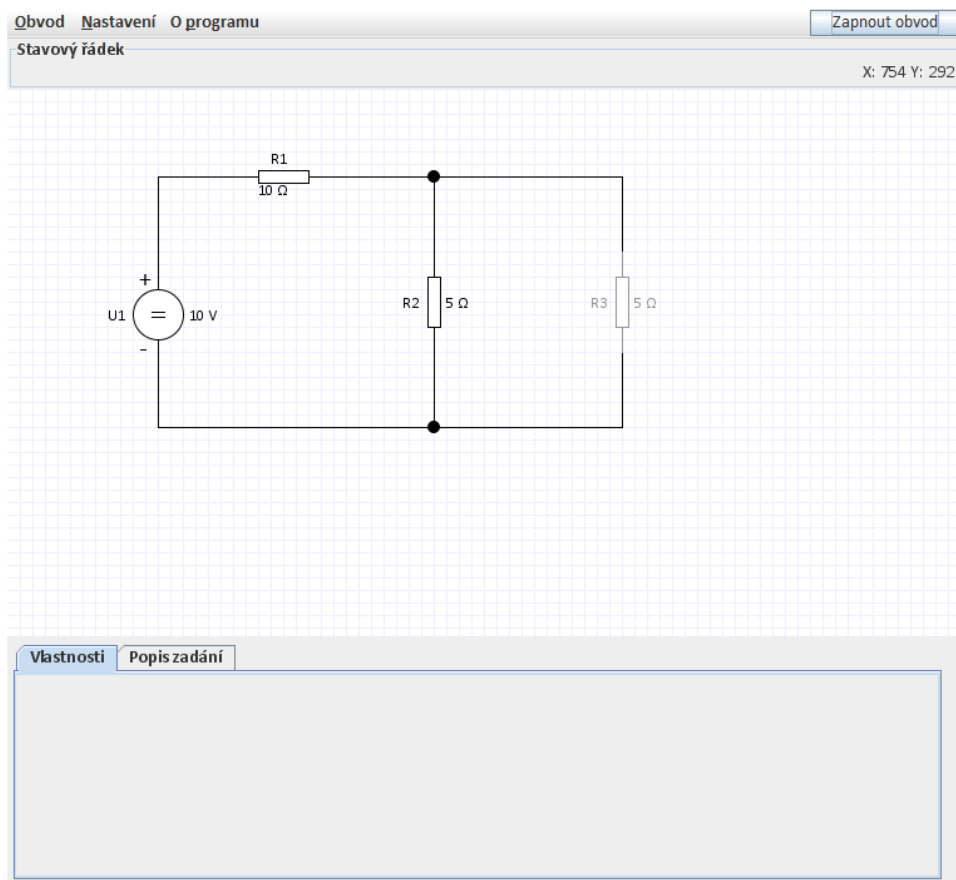


Obrázek 12. Příklad Editoru studentského režimu

Studentský applet v průběhu testu je rozdělen jen na čtyři části oproti pěti částím v učitelském režimu. Chybí zde panel s elektrickými prvky, který je nadbytečný. Ostatní panely vykonávají stejnou nebo omezenou funkci jakou mají v případě režimu učitelském.

3.1.3 Náhledový režim

Tento režim byl vytvořen pro náhled na vytvořený obvod. Tento typ appletu má zablokované funkce pro vkládání a editaci prvků. Pro svou funkčnost vyžaduje vstupní dokument. Tento režim dovede zpracovat dokumenty vytvořené ve studentském i učitelském režimu.

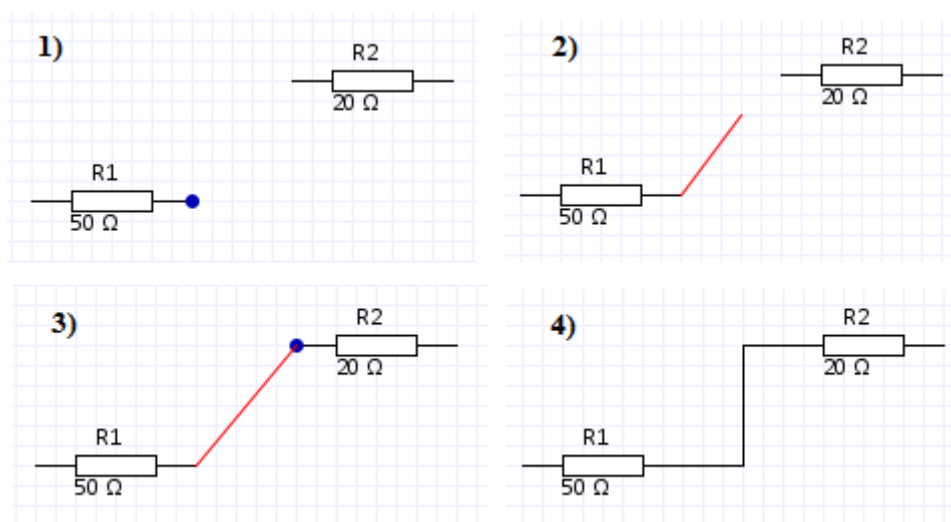


Obrázek 13. Příklad Editoru náhledového režimu

Náhledový režim je vzhledově velice podobný režimu studentskému. Applet tohoto typu má velmi omezené funkce, nelze pracovat s prvky, editovat, mazat ani pohybovat. Samotný obvod v tomto režimu nelze ukládat do databáze, umí však využívat funkce simulace zapojení elektrického obvodu.

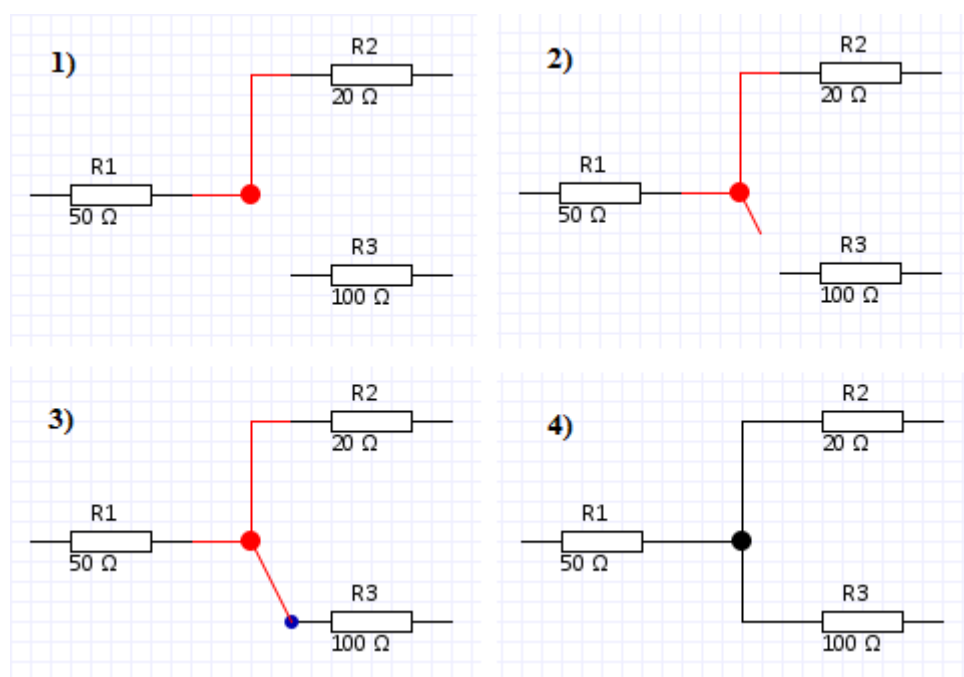
3.2 Sestavování elektrických obvodů

Tvorba obvodů probíhá jednoduše a to tak, že na kreslicí plátno jednotlivě umístíme všechny potřebné elektrické prvky z panelu elektrických prvků. Tyto prvky poté pomocí spojů spojujeme mezi sebou dle obrázku 14. Pro vykreslení spoje stačí kliknout na jakoukoliv volnou svorku prvku na plátně a poté se automaticky začne spoj vykreslovat. Ukončení provedeme kliknutím na požadovanou svorku prvku jiného. V editoru nelze, aby prvek byl spojen sám se sebou.



Obrázek 14. Spojování prvků

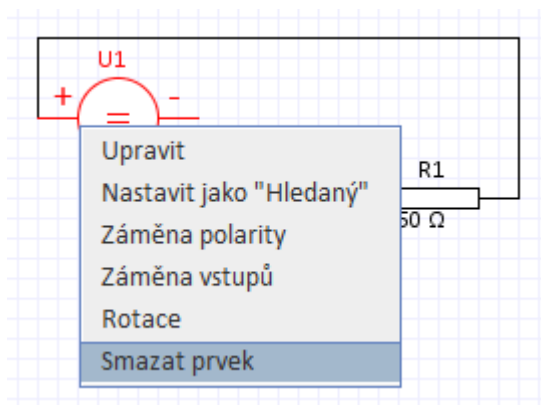
Pro vytvoření paralelního spojení je potřeba použít prvku „uzel“, který se nachází v panelu elektrických prvků. Po výběru prvku „uzel“, jej umístíme na dříve vytvořený spoj, ke kterému má být realizována paralelní větev. Následovně vybereme volnou svorku prvku, se kterým se má vytvořit paralelní spoj. Celá situace je znázorněna na obrázku 15.



Obrázek 15. Tvorba paralelního spojení

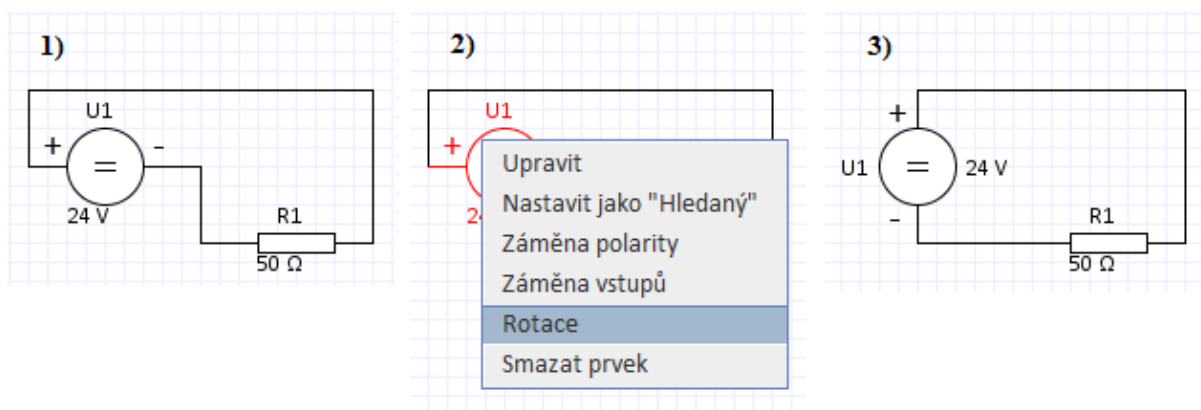
Prvky lze pohybovat po kreslicím plátně pouhým přetažením pomocí myši. Při změně pozice prvku proběhne automatický přepočít pro vykreslení prvků i příslušných spojů.

Pokud potřebujeme smazat elektrický prvek či spoj z kreslicího plátna, provedeme tuto operaci pomocí popupu menu vyvolaného pravým tlačítkem myši nad požadovaným objektem.



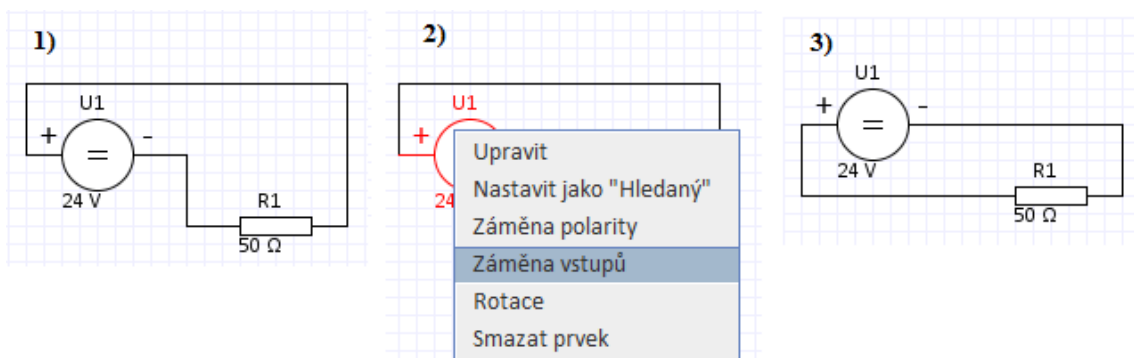
Obrázek 16. Mazání prvku

Pomocí tohoto menu lze také s daným prvkem rotovat, měnit horizontální postavení objektu na vertikální a naopak.



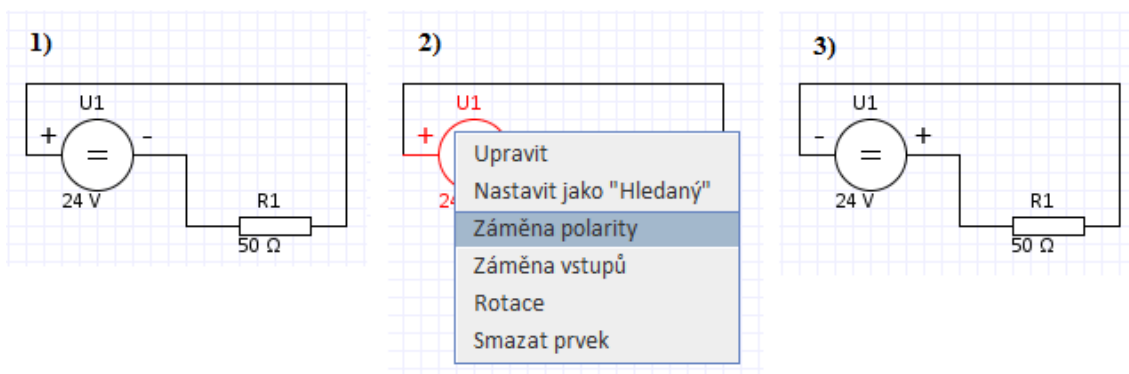
Obrázek 17. Rotace prvku

Následná funkce obsažená v popupu menu je funkce „Záměna vstupů“. Díky tomu lze rychle zaměnit spoj přivedený na jedné svorce prvku se spojením přivedeným na svorce druhé bez nutnosti časově náročnějšího smazání obou spojů a znovu zapojení.



Obrázek 18. Záměna vstupů

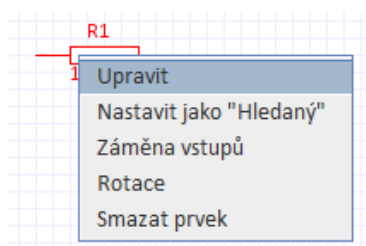
Poslední funkcí popup menu, která pomáhá při sestavování obvodu, je funkce „Záměna polarity“. Tato funkce je použitelná pouze u zdrojů napětí a proudu ve stejnosměrných obvodech. Umožňuje záměnu polaritu na svorkách zdroje.



Obrázek 19. Záměna polaritu zdroje

3.3 Editace elektrických prvků

U elektrických prvků je potřeba měnit jejich elektrické parametry. V případě rezistoru je to jeho odpor nebo u kondenzátoru je to jeho kapacita popřípadě vnitřní odpor. Takovéto změny lze v editoru provést dvěma způsoby. Prvním je možnost využití popup menu. Na prvek, který potřebuje změnit svou elektrickou vlastnost, vyvoláme popup menu pravým tlačítkem myši a zvolíme funkci „Upravit“.



Obrázek 20. Popup menu – Upravit prvek

Druhým způsobem změny vlastností prvků je pomocí záložky „Změna vlastností“ v dolní části editoru. Poté vybereme ze seznamu označení prvku, který chceme editovat. Oba dva způsoby vedou ke stejnému rozhraní pro změnu vlastností prvku.

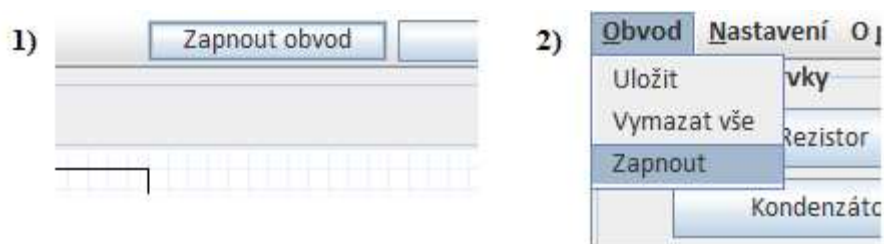
Obrázek 21. Rozhraní pro změnu vlastností prvku

V ukázkovém případě lze u prvku typu „Rezistor“ změnit jeho označení a jeho odpor. U rezistivity je možné si vybrat z řady předpon jednotky, v tomto případě Ω . Po doplnění potřebných údajů stiskneme tlačítko „Uložit“, pro uložení nových hodnot či tlačítko „Zrušit“, pro zachování hodnot předešlých.

V případě uložení nových vlastností, aplikace automaticky přepočítá všechny zadané hodnoty a upraví je do ideální podoby. Pokud aplikace zjistí, že byla zadána nepodporovaná syntaxe, zobrazí se o tom upozornění v panelu „Stavový řádek“.

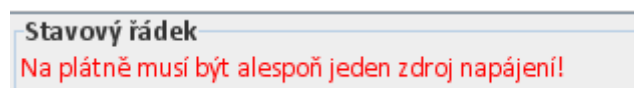
3.4 Simulátor vytvořených obvodů

Pro simulaci obvodu v ustáleném stavu a spojenou s jednoduchým odhalováním chyb a jejich opravu byl do editoru přidán simulátor vytvořených obvodů. Tato funkce se zapíná tlačítkem „Zapnout obvod“ nebo v menu v nabídce obvod položka „Zapnout“.



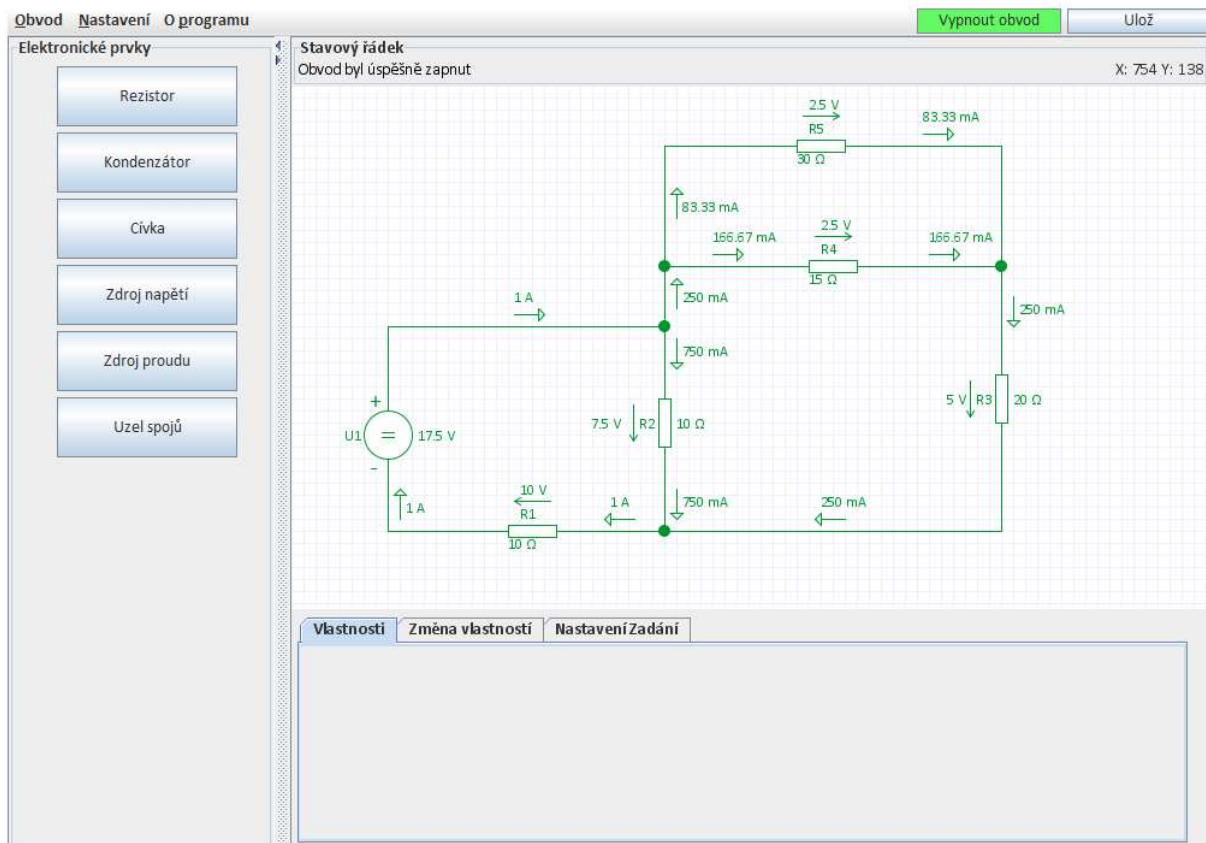
Obrázek 22. Zapnutí simulace obvodu

Při zapnutí této funkce, aplikace automaticky zkontroluje zda-li jsou splněny všechny požadavky na správnost zapojení obvodu. Aplikace například řeší, jestli jsou všechny prvky zapojeny do jediného obvodu, zda-li se jedná o obvod uzavřený nebo je-li v obvodu alespoň jeden zdroj napětí či proudu. Pokud aplikace vyhledá jakoukoliv nesrovnalost, vypíše ji do panelu stavového řádku jako chybové upozornění a simulaci nespustí.



Obrázek 23. Příklad chybového upozornění

Jestliže zapojený elektrický obvod odpovídá všem požadavkům, spustí se simulace. Celý vytvořený obvod se zbarví do tmavě zelené barvy jako důsledek toho, že právě probíhá simulace. Aplikace automaticky přepočítá všechny proudy v obvodu pomocí univerzální metody smyčkových proudů a poté i napětí na jednotlivých prvcích. U důležitých spojů obvodu se zobrazí hodnoty a směry proudění jednotlivých proudů a u prvků proběhne vykreslení hodnoty napětí.



Obrázek 24. Editor v simulaci obvodu

Jak je patrné z obrázku, při zapnutí simulace se v horní nabídce objeví tlačítko pro „Vypnout obvod“ a má zelené zbarvení. Barva tlačítka symbolizuje zapnutí simulace obvodu. Tlačítko plní funkci pro vypnutí simulace. Tuto schopnost má i menu v nabídce obvod položka „Vypnout“. Při zapnuté simulaci nelze nijak editovat zapojený obvod ani jednotlivé prvky.

Této simulaci by se dalo využít při výuce, neboť studentům ukazuje, jak daný obvod funguje a názorně vidí všechny hodnoty a toky proudů a napětí na prvcích.

4 Webové rozhraní

Webové rozhraní slouží ovládání celého systému. Toto rozhraní je uloženo na server Barborka na Vysoké škole Báňské – Technické Univerzitě Ostrava a běží na internetové adrese <http://barborka.vsb.cz/~fol181>.

4.1 Přihlášení

Přihlašování bylo realizováno pomocí skriptů *prihlaseniFormular.php*, *prihlaseni.php* a *funkce.php*. Základem skriptu *prihlaseniFormular* je samotný formulář, který zachytává potřebné údaje. *Prihlaseni* obsahuje potřebné funkce k přihlášení a *funkce* všechny funkce pro kontrolu přihlášeného uživatele.

Pro vstup do systému použijte Váš školní login a heslo do LDAP (pošta, edison)

Přihlášení

Login	<input type="text"/>
Heslo	<input type="password"/>
<input type="button" value="Potvrdit"/>	

Obrázek 25. Přihlašovací formulář

Při příchodu na výše uvedený odkaz, nastane automatické přesměrování na skript *index.php*, v kterém se spustí funkce *jePrihlasen()*. Tato funkce zjistí, zda-li je uživatel přihlášen, pokud ano, pokračuje se ve skriptu *index*, pokud ne, nastane přesměrování na skript *prihlaseniFormular.php*. Zde se musí vyplnit údaje, login a heslo, které se poté pomocí metody *POST* pošlou do skriptu *prihlaseni.php*. Provede se ověření správnosti údajů prostřednictvím LDAP serveru <ldaps://ldap.vsb.cz/>. Uživatelé, kteří nejsou zaměstnanci nebo studenti VŠB-TU Ostrava, mohou použít účet náhradní. Pro přístup v roli učitele použijte login „Admin“ s heslem „Admin“ a pro přihlášení jako student použijte login „Stud“ a heslo „Stud“. Pokud vše proběhne v pořádku, je parametr login přiřazen globální proměnné `$_SESSION['login']` a skript se přesměruje zpět na *index.php*.

4.2 Úvodní strana

Po přihlášení jakéhokoliv uživatele se zobrazí úvodní obrazovka s odkazy na vytvořená zadání a vykonaná zapojení. V horním pravém rohu je zobrazen login přihlášeného

uživatele a také odkaz pro jeho ohlášení. Odhlášení se vykonává pomocí skriptu *odhlaseni.php* a poté je proběhne přesměrování na *prihlaseniFormular.php*.

4.3 Učitelský režim webového rozhraní

Na úvodní straně se po kliknutí na odkaz „Vytvořená zadání“ se zobrazí tabulka se všemi již vytvořenými zadáními.

[Zpět na hlavní stranu](#) | [Odhlásit \(Admin\)](#)

Vytvořená zadání

Smazat	Datum a čas	Náhled	Editovat	Popis zadání	Zapojení
smaž	04.05.2010 01:33:15	načíst	načíst	Doplňte hodnotu rezistoru R3 tak, aby větvi, ve které je rezistor zapojen, poteče proud o velikosti 705 mili Amper.	vytvořit
smaž	04.05.2010 01:28:51	načíst	načíst	Zkušební rezistorový můstek	vytvořit

[Vytvořit nové zadání](#)

Lukáš Foltýn, fol181

Obrázek 26. Tabulka s vytvořenými zadáními v režimu učitele

Po kliknutí na odkaz „smaž“ ve sloupci Smazat se dané zadání společně i se zapojeními, které jsou na dané zadání vázány, vymaže z databáze. Ve sloupci Náhled lze pomocí odkazu „načíst“ spustit skript, který z databáze načte požadovaný obvod a provede spuštění appletu v náhledovém režimu. Sloupec Editovat obsahuje odkazy pod jménem „načíst“, ten pomocí skriptu také načte uložený obvod z databáze, ale spustí jej v režimu učitelském pro jeho případnou editaci. V posledním sloupci, Zapojení, se pak nacházejí odkazy „vytvořit“, které slouží pro zkušební testování daného zadání tak, jak ho uvidí student. Pod celou tabulkou je zobrazen odkaz pro vytvoření nového zadání.

Po návratu na úvodní stranu, si lze všimnout, že se na stránce nachází ještě jeden odkaz „Vykonaná zapojení“. Po kliknutí na tento odkaz se zobrazí stránka s tabulkou, v které jsou rozepsány údaje o všech vytvořených zapojení.

[Zpět na hlavní stranu](#) | [Odhlásit \(Admin\)](#)

Vykonaná zapojení

Smazat	Logín	Datum a čas	Náhled	Editovat	Výsledek
smaž	Stud	04.05.2010 01:41:58	načíst	načíst	-
smaž	Stud	04.05.2010 01:40:37	zadání / zapojení	načíst	ukázat
smaž	Admin	04.05.2010 01:39:50	načíst	načíst	-
smaž	Admin	04.05.2010 01:38:46	zadání / zapojení	načíst	ukázat

[Vytvořit vlastní zapojení](#)

Lukáš Foltýn, fol181

Obrázek 27. Tabulka s vykonanými zapojeními v režimu učitele

Odkazy „smaž“ mají podobnou funkci jak u předchozí tabulky. Kliknutím na odkaz se smaže daný řádek v tabulce a tím i dané zapojení z databáze. V dalším sloupci je napsán login uživatele (studenta), který zapojení vykonával. Sloupec Náhled obsahuje dva odkazy. Ten první „zadání“ zobrazí applet v náhledovém režimu s vykresleným obvodem, který byl vytvořen učitelem pro testování. Druhý odkaz „zapojení“ taktéž spustí applet v náhledovém režimu, ale s vykresleným obvodem, který byl uložen studentem v době vykonávání testu. Sloupec Editovat umožňuje spuštění appletu ve studentském režimu pro jeho případnou editaci s vykresleným elektrickým obvodem studenta. Ve sloupci Výsledek se nachází odkazy „ukázat“, které vedou k výsledku studenta při testu.

4.4 Studentský režim webového rozhraní

V případě přihlášení uživatele s právy studenta se na hlavní opět zobrazí dva odkazy, „Vytvořená zadání“ a „Vykonaná zapojení“. Po kliknutí na jmenované odkazy se také vykreslí tabulky jako v případě učitelského režimu. Tabulky však mají jinou velikost a množství zobrazených údajů.

[Zpět na hlavní stranu](#) | [Odhlásit \(Stud\)](#)

Vytvořená zadání

Popis zadání	Zapojení
Doplňte hodnotu rezistoru R3 tak, aby větví, ve které je rezistor zapojen, poteče proud o velikosti 705 milí Amper.	vytvořit
Zkušební rezistorový můstek	vytvořit

Lukáš Foltýn, fol181

Obrázek 28. Tabulka s vytvořenými zadáními v režimu student

[Zpět na hlavní stranu](#) | [Odhlásit \(Stud\)](#)

Vykonaná zapojení

Smazat	Datum a čas	Náhled	Editovat	Výsledek
smaž	04.05.2010 01:41:58	načíst	načíst	-
smaž	04.05.2010 01:40:37	načíst	načíst	ukázat

[Vytvořit vlastní zapojení](#)

Lukáš Foltýn, fol181

Obrázek 29. Tabulka s vykonanými zapojeními v režimu student

Jak lze vidět na obrázku 28, tabulka „Vytvořená zadání“ se skládá pouze ze dvou sloupců. První sloupec obsahuje slovní popis zadání a ve druhém se nachází odkaz „vytvořit“, pomocí kterého se studentovi zobrazí stránka s appletem, kde pracuje s elektrickým obvodem

dle zadání. Editor je spuštěn ve studentském režimu s vykresleným obvodem, který se načte pomocí skriptu z databáze. Student také nemá možnost vytvářet svá vlastní zadání.

V sekci „Vykonaná zapojení“ je vytvořena tabulka, která obsahuje pouze zapojení vykonané právě přihlášeným uživatelem, aby nedošlo ke změně prací vykonané jinými uživateli. Tabulka velmi podobná tabulce z učitelského režimu. Chybí ji pouze funkce pro spuštění zapojení v náhledovém režimu.

4.5 *Inicializace appletu*

Samotný editor je napsán jako applet, proto je nutné ho korektně zasadit do webové stránky. K jeho zavedení slouží tag `<applet>`. Pro inicializaci appletu je nutné zadat několik parametrů, bez nichž applet nebude vůbec nebo jen částečně pracovat. Tyto parametry umístíme mezi počáteční a koncovou značku `<applet>` a mají tvar `<param name='nazev' value='hodnota'>`. Pro správné zavedení je třeba předat tyto parametry:

- *mod* – označuje režim, ve kterém se applet bude nacházet.
- *id_zadani* – jednoznačně identifikuje zadání elektrického obvodu, podle kterého se applet načte nebo uloží do databáze v učitelském režimu anebo režimu náhledovém.
- *id_zapojeni* – jednoznačně identifikuje zapojení elektrického obvodu, vytvořený jako výsledek testu u studenta. Dle toho se applet načte nebo uloží v režimu student nebo náhledovém režimu.
- *vstupURL* – udává úložiště s PHP skriptem, odkud má applet načítat obvod
- *vystupURL* – udává úložiště s PHP skriptem, podle kterého se uloží obvod do databáze

5 Databáze

Pro snadné vytvoření a jednoduchou údržbu byla vybrána databáze MySQL jako databáze pro ukládání dat. Systém k této databázi nemůže přistupovat přímo, proto využívá php skripty. Tyto skripty se připojí k databázi a pomocí http protokolu načtou nebo uloží potřebné data. Skripty jsou využívány jako prostředník mezi systémem a databází. Pro korektní uložení nebo načtení informací, je potřeba skriptům předat správně naformátovaná data. Jako ideální jazyk pro popis dokumentu byl vybrán *XML* (eXtensible Markup Language), protože jednotlivé objekty a jejich vlastnosti tvoří strukturu.

5.1 Struktura databáze

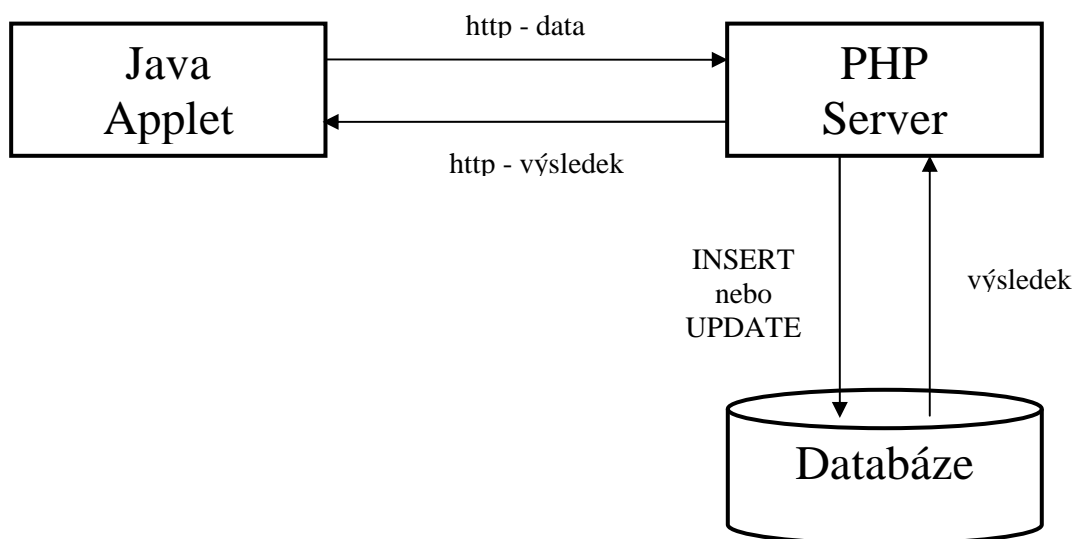
Databáze je tvořena z několika tabulek, jsou to tabulky administratori, uzivatele, zadani a zapojeni. V tabulce administratori je uložen seznam loginů uživatelů, kteří mají v systému práva učitele. Tabulka uzivatele uchovává informace o uživateli, kteří navštívili tento systém. Nejdůležitější jsou tabulky zadani a zapojeni. V těchto tabulkách jsou uloženy veškeré informace pro načtení vytvořených obvodů nebo načtení zadání uložených v systému.

Každý záznam v tabulce zadani obsahuje *id_zadani*, což je primární klíč, který jednoznačně identifikuje daný záznam. Druhým atributem je *popis_zadani*. Tento atribut slouží pro slovní popis zadání. Další atribut má název *xml_zadani* a ten je ve formátu XML, kde uchovává informace o struktuře a nastavení obvodu a zadání. Dalšími atributy jsou *datum_zadani* a *cas_zadani*, které se aktualizují vždy při uložení.

Prvním atributem tabulky zapojeni je *id_zapojeni*, což je primární klíč, který jednoznačně identifikuje daný záznam tabulky. Druhý atribut má název *login* a ten uchovává informaci loginu uživatele, který daný záznam v tabulce vytvořil. Další je atribut *id_zadani*, který je cizím klíčem a slouží pro propojení tabulek zadani a zapojeni. Následuje atribut *xml_zapojeni* ve formátu XML. Obsahuje informace o struktuře obvodu vytvořené studentem. Další dva atributy uchovávají informace o datu a čase a plní stejnou funkci jako v předešlé tabulce. Následující tři atributy *vysledek_ucitel*, *vysledek_student* uchovávají informace o požadovaném výsledku, o výsledku studenta v testu a jeho procentuální úspěšnost.

5.2 Ukládání dat do databáze

K ukládání dat slouží skript v souboru *uloz.php*. Applet pomocí http požadavku na tento skript předá všechny potřebné informace k vytvoření nebo opravě záznamu v databázi. PHP skript pak podle režimu appletu vybere buď tabulku zadani nebo zapojeni. Poté dle primárního klíče zvolené tabulky rozezná, jestli má záznam v databázi vytvořit nebo aktualizovat.

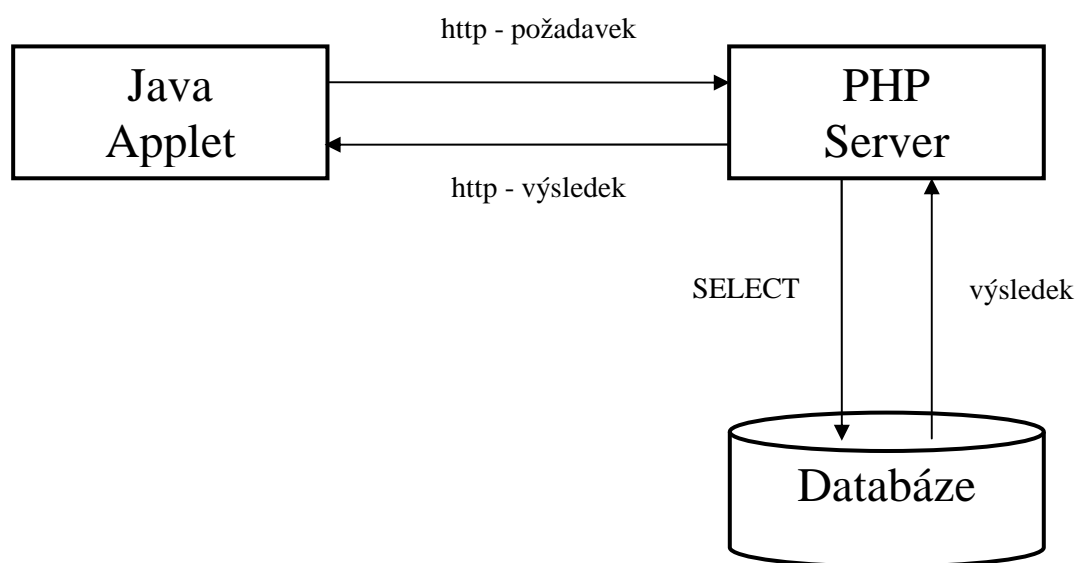


Obrázek 30. Schéma ukládání dat do databáze

Obrázek ukazuje, jakým způsobem komunikuje applet s databází. Applet vygeneruje data, která mimo jiné obsahují *XML* dokument. Tyto data se pošlou pomocí metody *POST* na stranu serveru. PHP server pošle databázi vygenerovaný klíč, který jednoznačně určuje obvod. Pak dojde k vyhledání klíče v databázi. Pokud záznam není nalezen, volá se metoda *INSERT* a do databáze se vkládá nový obvod. Pokud je záznam nalezen, volá se metoda *UPDATE* a obvod se aktualizuje.

5.3 Načítání dat z databáze

Pro načítání dat z databáze slouží skript nacházející se v souboru *nacti.php*, který se opět nachází na straně PHP serveru. Aplikace tomuto souboru prostřednictvím http požadavku pošle *id_zadani* nebo *id_zapojeni*, opět dle režimu, ve kterém se applet nachází. Poté skript provede načtení XML souboru z databáze a opět pomocí http jej pošle editoru. Na obrázku lze vidět, jakým způsobem se potřebné informace načtou z databáze přes PHP server k appletu.



Obrázek 31. Schéma načítání dat z databáze

6 XML Dokument

Již v předešlé kapitole bylo popsáno, že velmi výhodným formátem pro uložení elektrického obvodu se stal jazyk *XML*. V této kapitole jsou popsány elementy, které musí dokument obsahovat, aby se obvod korektně uložil do databáze a také, aby byl opětovně správně načten do aplikace.

6.1 Základní stavba dokumentu

Základní stavba dokumentu je rozdělena do tří částí. V první části se nacházejí základní nastavení aplikace a obvodu. Tato část je nezbytná především ve studentském režimu, protože jsou zde zapsány hodnoty elektrických vlastností, které jsou použitelné u jednotlivých typů prvků a informace, podle kterých se nastaví použitelnost funkcí aplikace.

Druhá část dokumentu obsahuje informace o jednotlivých prvcích použitých v obvodu vytvořený v učitelském režimu. Z této části se vybírají objekty a zakreslují se na kreslicí plochu, když se načte dokument z databáze. Při uložení dokumentu do databáze se do této části zapíší veškeré informace o prvcích obvodu, které jsou nutné pro jeho opětovné vykreslení.

Třetí část je podobná části druhé. Taktéž obsahuje informace o jednotlivých prvcích, které byly použity pro stavbu obvodu, ale v režimu studentském.

6.2 Popis elementů dokumentu

- nastaveni – element obsahující elementy pro nastavení appletu
- popisZadani – obsahuje slovní popis zadání
- hodnotyPrvku – tímto elementem se upozorňuje, že následují informace o přednastavených hodnotách pro jednotlivé typy prvků
- rezistor – element, ve kterém jsou uloženy informace o hodnotách rezistorů
- kondenzator – element, ve kterém jsou uloženy informace o hodnotách kondenzátorů
- civka – element, ve kterém jsou uloženy informace o hodnotách cívek
- ssZdrojU – element, kterém jsou uloženy informace o hodnotách stejnosměrných zdrojů napětí
- ssZdrojI – element, kterém jsou uloženy informace o hodnotách stejnosměrných zdrojů proudu
- hodnotaA – element, který se týká první (hlavní) elektrické vlastnosti prvku

- `hodnotaB` – element, který se týká druhé elektrické vlastnosti prvku
- `realna` – obsahuje hodnotu vlastnosti prvku
- `mantisa` – obsahuje exponent, který určuje pohyb desetinné čárky u hodnoty vlastnosti prvku
- `moznosti` – element, který obsahuje elementy pro povolené funkce ve studentském režimu
- `vlastnosti` – možnost použití panelu vlastností ve studentském režimu
- `zmenaHodnot` – možnost nastavení vlastních hodnot vlastností prvků ve studentském režimu
- `simulator` – možnost využití funkce simulace ve studentském režimu
- `prvekUcitel` – element obsahující elementy pro popis prvku vytvořený učitelem
- `prvekStudent` – element obsahující elementy pro popis prvku vytvořený studentem
- `id` – jednoznačné označení prvku
- `typPrvku` – označení typu prvku, jedná se o konstantu třídy `Prvek`
- `jmeno` – označení prvku
- `napeti` – element obsahující informace o úbytku napětí na prvku
- `proud` – element obsahující informace o proudu procházejícím prvkem
- `rezistivita` – element obsahující informace o odporu prvku
- `indukcnost` – element obsahující informace o indukci prvku
- `kapacita` – element obsahující informace o kapacitě prvku
- `polaritaZdroje` – element obsahující informace o polaritě zdroje
- `polarita` – informace o polaritě na dané svorce zdroje
- `typVykresleni` – informace o vykreslení prvku na kreslícím plátně
- `startMouse` – element obsahující informace o souřadnicích levého horního rohu prvku vykresleného na plátně
- `konecMouse` – element obsahující informace o souřadnicích pravého dolního rohu prvku vykresleného na plátně

- x – pozice na ose X
- y – pozice na ose Y
- vstupPozice – element obsahující elementy popisující pozice vstupů u prvku
- pozice – element obsahuje informace o souřadnicích vstupů
- vstupPrvek – element obsahující elementy popisující napojení na ostatní prvky
- vstup – id elementu připojeného k prvku
- realny – určuje, zda-li je prvek reálný nebo ideální
- naznamy – určuje, zda-li vlastnosti prvku jsou hledané v testovém režimu aplikace

7 Hardwarové a softwarové nároky

7.1 *Hardwarové nároky*

Aplikace nevyžaduje velké nároky na hardware počítače. K jejímu bezproblémovému a plynulému chodu bych doporučil používat počítač s procesorem o frekvenci alespoň 1,5 GHz. Jelikož aplikace je navrhnutá tak, že editor se ovládá myší i klávesnicí, proto doporučuji používat alespoň klasickou dvoutlačítkovou myš a klávesnici. Na webovém rozhraní má editor maximální velikost 1000x700 pixelů, je proto vhodné používat monitor s rozlišením minimálně 1024x768 pixelů.

7.2 *Softwarové nároky*

Ke své korektní funkci systém vyžaduje server s podporou PHP, na kterém poběží webové rozhraní a databázový MySQL server, kde bude uložena databáze. Na straně klienta je vyžadována instalace Javy Runtime Environment verze 1.6 nebo vyšší. Aby se applet správně zobrazil, je nutná podpora Javy ve webovém prohlížeči. Pro správné zobrazení appletu, musí webový prohlížeč podporovat Javu a také musí být Java ve webovém prohlížeči povolena. Aplikace byla testována v prostředí operačního systému Windows na prohlížečích Mozilla Firefox 3.6.3 a Internet Exploreru 8.

8 Závěr

Elektrický obvod, který byl vytvořen editorem lze znovu spustit v jednom ze tří režimů, učitelském, studentském a náhledovém. Režim editoru však nelze změnit za běhu appletu, a proto je nutné vytvořený obvod uložit a editor spustit znova jiným režimem. Pro uložení obvodu byl vytvořen formát v XML, který popisuje jednotlivé obvody, které se pak snadno dají uložit a znovu načíst.

Aplikace byla testována na webové prezentaci na serveru Barborka. Při vytváření webového rozhraní bylo použito skriptů v jazyce PHP a databáze MySQL pro uložené diagramy. Skripty slouží hlavně k načtení a uložení obvodu. Ověřovala se funkce simulace zapojených obvodů a jejich vyhodnocování. Na míněném serveru Barborka bylo vytvořeno několik zadání pro zkušební vypracování testů. Nyní je systém ve stavu, kdy je umožněno ji začít testovat studenty a poté aplikaci nasadit do provozu. Studenti mohou vytvářet své elektrické obvody a mají možnost si otestovat jejich funkčnost.

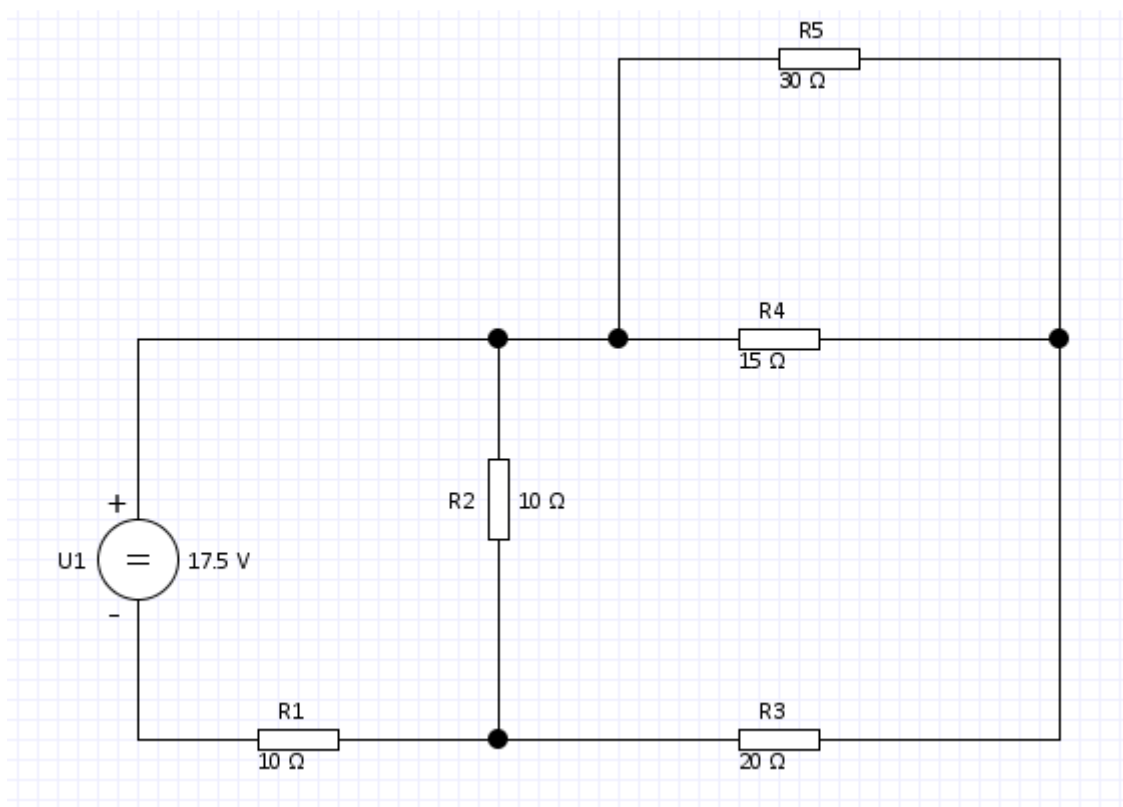
Při realizaci bylo třeba zajistit, aby editor byl dále rozšiřitelný. V dalších fázích rozvoje by mohl být rozšířen o střídavý elektrický obvod a v režimu simulátoru dodat časovou proměnnou, podle které by se dokázaly simulovat stavy obvodu ihned po zapnutí a vypnutí zdroje. K prvkům editoru dodat možnost zadávat všechny parazitní veličiny obsažené v náhradních schématech. Editor je vyvíjen tak, aby bylo možné dodat další elektrické prvky, např. diodu nebo tranzistor.

Literatura

- [1] KIJONKA, J. a kol.: *Studijní opory předmětu Teorie obvodů I*. VŠB - TU Ostrava, 2006
- [2] *Linux software* [online]. Kysilka Pavel (Česká republika, Praha), 2003- . [cit. 2010-5-4]. Dostupné z: <<http://www.linuxsoft.cz/php/>>. ISSN 1801-3805
- [3] JANOVSKEÝ, Dušan. *Jak psát web, návod na html stránky* [online]. 1. dubna 2010. Dostupné z: <<http://www.jakpsatweb.cz/>>
- [4] Sun Microsystems. *Developer Resources for Java Technology* [online]. c2004, poslední revize 2010 [cit. 2010-4-27]. Dostupné z: <<http://java.sun.com/>>
- [5] *Programming tutorials and source code examples* [online]. c2009, poslední revize prosinec 2009 [cit. 2010-5-4]. Dostupné z < <http://www.java2s.com/> >
- [6] Wikimedia Foundation. *Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/>>

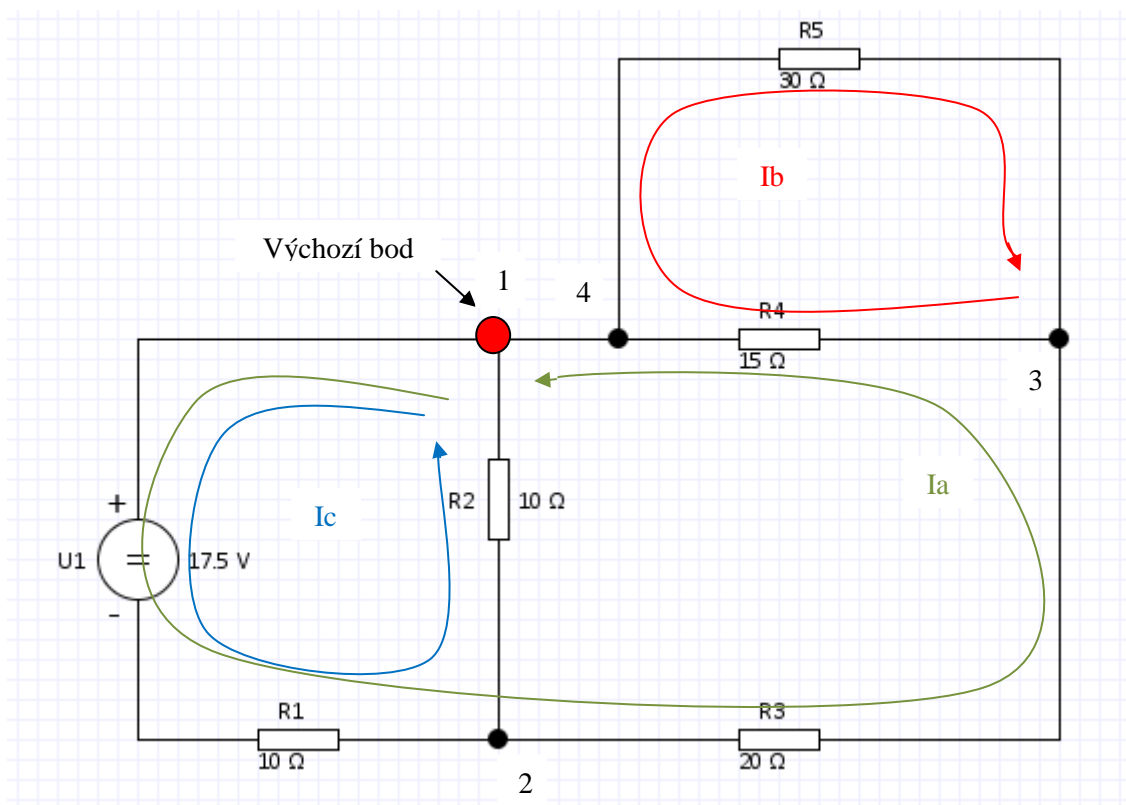
Příloha

I. Ukázka řešení obvodu za použití simulátoru



Na obrázku je nakreslen stejnosměrný obvod s ideálním zdrojem napětí, který dodává do obvodu napětí $U_1 = 17,5\text{ V}$. V obvodu je zapojeno celkem pět rezistorů o hodnotách $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$, $R_3 = 20\ \Omega$, $R_4 = 15\ \Omega$ a $R_5 = 30\ \Omega$. Máme zjistit hodnoty a směr toku všech proudů v obvodu a velikosti napětí na jednotlivých rezistorech.

Aplikace využívá univerzální metody smyčkových proudů pro výpočet hledaných elektrických veličin. Nejprve si aplikace zvolí uzel, od kterého se budou smyčky vytvářet. Pokud se jedná pouze o sériový obvod, což je obvod bez uzlů, aplikace začíná smyčku od zdroje. Obvod se prochází metodou procházení stromu.



Nyní se sepišou rovnice smyčkových proudů. Platí zde jednoduché pravidlo: kolik je v obvodu smyček, tolik je rovnic o tolika neznámých. V tomto případě jsou tři smyčky, proto budou tři rovnice o třech neznámých.

$$R1 \cdot (Ia + Ic) + R3 \cdot Ia + R4 \cdot (Ia + Ib) = -U1$$

$$R4 \cdot (Ib + Ia) + R5 \cdot Ib = 0$$

$$R1 \cdot (Ic + Ia) + R2 \cdot Ic = -U1$$

Do vytvořených rovnic se dosadí známé hodnoty, rovnice se upraví a jednotlivé neznámé v rovnicích se seřadí.

$$45 \cdot Ia + 15 \cdot Ib + 10 \cdot Ic = -17,5$$

$$15 \cdot Ia + 45 \cdot Ib = 0$$

$$10 \cdot Ia + 20 \cdot Ic = -17,5$$

Výslednou soustavu rovnic zapíšeme do matice a pomocí Gaussovy eliminační metody zjistíme hodnoty neznámých smyčkových proudů.

$$\begin{bmatrix} 45 & 15 & 10 & -17,5 \\ 15 & 45 & 0 & 0 \\ 10 & 0 & 20 & -17,5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 90 & 30 & 20 & -35 \\ 15 & 45 & 0 & 0 \\ 10 & 0 & 20 & -17,5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 90 & 30 & 20 & -35 \\ 0 & -240 & 20 & -35 \\ 0 & 30 & -160 & 122,5 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 90 & 30 & 20 & -35 \\ 0 & -240 & 20 & -35 \\ 0 & 0 & -1260 & 945 \end{bmatrix}$$

Po postupném dopočítávání jednotlivých proměnných se dostaneme k výsledku:

$$I_a = -0,25 \text{ A} \quad I_b = 0,083 \text{ A} \quad I_c = -0,75 \text{ A}$$

Nyní se vypočtou hodnoty proudů v jednotlivých větvích obvodů. Postupně se sčítají nebo odečítají hodnoty smyčkových proudů, které prochází danou větví. Jestli se budou smyčky sčítat nebo odečítat závisí na směru toku smyčkového proudu. Pokud smyčky v dané větvi mají stejný směr toku, pak se sčítají, pokud mají opačný, potom se odečítají.

Pro jednotlivé větve platí:

$$\text{Uzel 1} - \text{U1} - \text{R1} - \text{Uzel 2} : \quad I_1 = I_a + I_c = -0,25 - 0,75 = -1 \text{ A}$$

$$\text{Uzel 1} - \text{R2} - \text{Uzel 2} : \quad I_2 = I_c = -0,75 \text{ A}$$

$$\text{Uzel 1} - \text{Uzel 4} : \quad I_3 = I_a = -0,25 \text{ A}$$

$$\text{Uzel 2} - \text{R3} - \text{Uzel 3} : \quad I_4 = I_a = -0,25 \text{ A}$$

$$\text{Uzel 3} - \text{R4} - \text{Uzel 4} : \quad I_5 = I_a + I_b = -0,25 + 0,083 = -0,167 \text{ A}$$

$$\text{Uzel 3} - \text{R5} - \text{Uzel 4} : \quad I_6 = I_c = 0,083 \text{ A}$$

Většina proudů má zápornou hodnotu, to znamená, že proudy mají opačnou orientaci proudění ve své větvi obvodu.

Nyní stačí dopočítat úbytky napětí na jednotlivých prvcích, v tomto případě na rezistorech. Dopočet se provede za pomoci Ohmova zákona. Úbytek napětí na prvku se rovná součinu jeho rezistivity s proudem protékajícím ve větvi.

Úbytek napětí na rezistoru R1:

$$U_{R1} = R1 \cdot I_1 = 10 \cdot 1 = 10 \text{ V}$$

Úbytek napětí na rezistoru R2:

$$U_{R2} = R2 \cdot I_2 = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ V}$$

Úbytek napětí na rezistoru R3:

$$U_{R3} = R3 \cdot I_4 = 20 \cdot 0,25 = 5 \text{ V}$$

Úbytek napětí na rezistoru R4:

$$U_{R4} = R4 \cdot I_5 = 15 \cdot 0,167 = 2,5 \text{ V}$$

Úbytek napětí na rezistoru R5:

$$U_{R5} = R5 \cdot I_6 = 30 \cdot 0,083 = 2,5 \text{ V}$$

II. CD – ROM

Obsah:

- Tento dokument ve formátu DOC a PDF
- Programátorská příručka
- Uživatelská dokumentace
- Zdrojové soubory editoru včetně přeložených tříd
- Kód pro vytvoření struktury databáze
- Skripty webové prezentace